

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-121983

(43)Date of publication of application : 23.04.2003

(51)Int.Cl.

G03F 1/08
G01B 11/30
G01N 21/956
H01L 21/027

(21)Application number : 2001-318502

(22)Date of filing : 16.10.2001

(71)Applicant : DAINIPPON PRINTING CO LTD

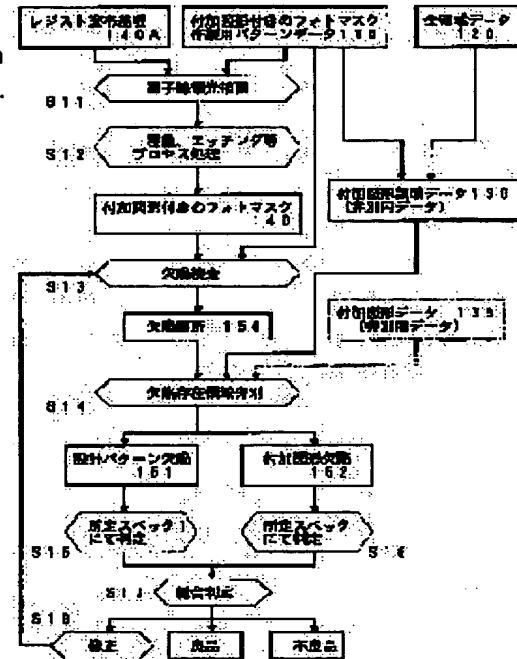
(72)Inventor : NARUKAWA TERUSATO
YAMAZAKI SEIJI
NARA HIDEYUKI
MACHITANI YUJI
TOMITA TATSUYA

(54) DEFECT INSPECTING METHOD FOR PHOTOMASK WITH ADDITIONAL FIGURE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a defect inspecting method for a photomask with an additional figure which has good inspection efficiency.

SOLUTION: The method includes (a) a defect inspection step for detecting a defective part by inspecting the manufactured photomask with the additional figure with specific detection sensitivity by using photomask pattern data for additional figure added photomask production and then obtaining position coordinates of respective defects, (b) a discrimination data preparation step for preparing discrimination data for discriminating whether or not each detected defect is in an additional figure presence areas by arranging the discrimination data as a photomask image, (c) a defect presence area discrimination step for discriminating whether each defect is in the additional figure presence area by matching the position coordinates of the respective defects detected at the defect inspection step against the discrimination data prepared at the discrimination data preparation step, and (d) a decision step for deciding the discriminated defects with respective specifications.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003-121983

(P2003-121983A)

(43)公開日 平成15年4月23日 (2003.4.23)

(51)Int.Cl.⁷
G 0 3 F 1/08
G 0 1 B 11/30
G 0 1 N 21/956
H 0 1 L 21/027

識別記号

F I
G 0 3 F 1/08
G 0 1 B 11/30
G 0 1 N 21/956
H 0 1 L 21/30

テマコード(参考)
S 2 F 0 6 5
Z 2 G 0 5 1
A 2 H 0 9 5
5 0 2 P

審査請求 未請求 請求項の数 3 OL (全 7 頁)

(21)出願番号 特願2001-318502(P2001-318502)
(22)出願日 平成13年10月16日 (2001.10.16)

(71)出願人 000002897
大日本印刷株式会社
東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号
(72)発明者 鳴河 照悟
東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号
大日本印刷株式会社内
(72)発明者 山崎 清司
東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号
大日本印刷株式会社内
(74)代理人 100111659
弁理士 金山 啓

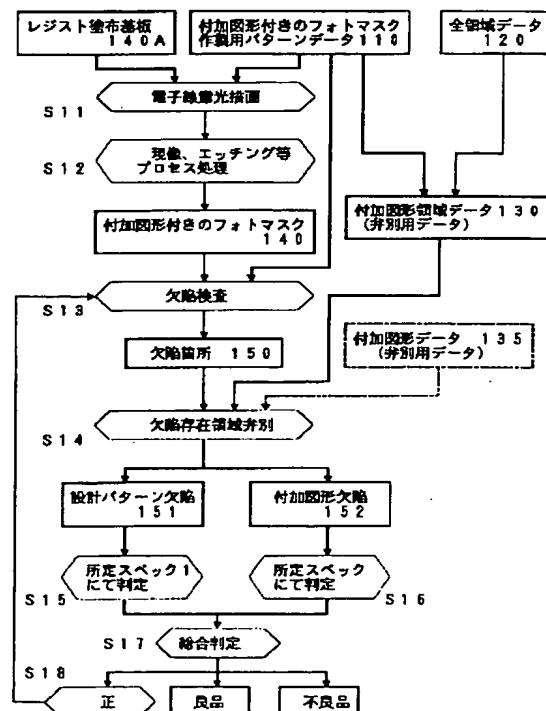
最終頁に統く

(54)【発明の名称】付加图形付きフォトマスクの欠陥検査方法

(57)【要約】

【課題】 検査効率の良い付加图形付きフォトマスクの欠陥検査方法を提供する。

【解決手段】 (a) 付加图形付きフォトマスク作製用のフォトマスクバターンデータを用いて、所定の検出感度で、作製された付加图形付きのフォトマスクを検査して、欠陥部を検出し、各欠陥の位置座標を得る欠陥検査ステップと、(b) 検出された各欠陥が付加图形存在領域にあるか否かを弁別するための弁別用データを、フォトマスクイメージとして配置して用意する弁別用データ準備ステップと、(c) 弁別用データ準備ステップにて用意された弁別用データと、欠陥検査ステップにて検出された各欠陥の位置座標とを、個々付き合せ、各欠陥が付加图形存在領域にあるか否かを弁別する欠陥存在領域弁別ステップと、(d) 弁別された欠陥を、それぞれのスペックにて判定する判定ステップとを、備えている。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 図形密度を均一化するための付加图形を複数設けた付加图形付きのフォトマスクの欠陥検査方法であって、(a) 付加图形付きフォトマスク作製用のフォトマスクパタンデータを用いて、所定の検出感度で、作製された付加图形付きのフォトマスクを検査して、欠陥部を検出し、各欠陥の位置座標を得る欠陥検査ステップと、(b) 検出された各欠陥が付加图形存在領域にあるか否かを弁別するための弁別用データを、フォトマスクイメージとして配置して用意する弁別用データ準備ステップと、(c) 弁別用データ準備ステップにて用意された弁別用データと、欠陥検査ステップにて検出された各欠陥の位置座標とを、個々付き合せ、各欠陥が付加图形存在領域にあるか否かを弁別する欠陥存在領域弁別ステップと、(d) 弁別された欠陥を、それぞれのスペックにて判定する判定ステップとを、備えていることを特徴とする付加图形付きフォトマスクの欠陥検査方法。

【請求項2】 請求項1における弁別用データ準備ステップは、付加图形存在領域を弁別用領域として規定する付加图形領域データあるいは付加图形存在禁止領域を弁別用領域として規定する付加图形禁止領域データを、弁別用データとして、フォトマスクイメージとして配置して用意するものであることを特徴とする付加图形付きフォトマスクの欠陥検査方法。

【請求項3】 請求項1における弁別用データ準備ステップは、フォトマスクイメージで付加图形のみを配設した付加图形データを、弁別用データとして、用意するものであることを特徴とする付加图形付きフォトマスクの欠陥検査方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、半導体製造においてウエーハの処理層を平坦化するための、付加图形付きのフォトマスクの欠陥検査方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、電子機器の高性能化、軽薄短小の傾向から、ASICに代表される種々のLSIには、ますます高集積化、高機能化が求められるようになってきている中、半導体製造においては、品質面からウエーハの処理層をより平坦に形成することが、求められるようになってきた。半導体製造における、ウエーハの処理層、絶縁層を平坦化する技術の一つとして、USP5,597,668号には、半導体製造に用いられるフォトマスクとして、回路部以外の回路部構成に寄与しない付加パタン（以下、付加图形とも言う）を配したもののが挙げられている。一般に、ウエーハ上に、ポリシリコン層、絶縁層、配線層、絶縁層と繰り返し堆積することにより、最終的なウエーハ製造工程が完了するが、ポリシリコン、配線層は、設計データ上のパタンの存在する部分にのみ層が堆積するため、パタンの有無により、加工

ウエーハ表面に凹凸が発生する。絶縁層、配線層を順に堆積していくため、パタンの無い部分と存在する部分の凹凸差は次第に大きくなる。ウエーハ上のパタン形状の微細化に伴い、この凹凸差の許容範囲が狭くなっている。

【0003】 ここで、付加パタンの有意性について、図2に基づいて簡単に説明しておく。例えば、図2(a) (イ) に示すような、パタン密度が密なパタン部210のパタン（图形パタンないし图形とも言う）211と、

10 パタン密度が粗なパタン部のパタン212とを有する処理層（配線層）の場合、その上に堆積させる堆積層（絶縁層）の厚さは、図2(a) (ロ) のように、パタン粗密に対応して大きく変化するのに対し、図2(b)

(イ) に示すように、付加パタン231を加えて、パタン密度を均一化した処理層の場合、その上に堆積させる堆積層（絶縁層）の厚さは、図2(b) (ロ) のように均一になる。230は付加パタン部である。尚、図2

(a) (ロ) 、図2(b) (ロ) は、半導体製造におけるウエーハプロセス工程の概念を断面図で示し、図2

20 (a) (イ) 、図2(b) (イ) は、それぞれ、図2(a) (ロ) のE1側、図2(b) (ロ) のE2側から見た図で、図2(b) (ロ) は、図2(b) (イ) のE3-E4における断面図である。一般に、このような堆積層を直接、あるいは、さらにその上に堆積された処理層（堆積層もある）をパタンニングする場合、転写する際のウエーハ表面の堆積層の平坦性が良い方が、フォトマスクからウエーハへの転写精度は良いことが知られており、結局、パタン密度を均一化して処理層を形成することにより、フォトマスクからウエーハへの転写精度を上げることができる。

【0004】 上述した、ウエーハの処理層に付加パタンを発生させるための、付加图形付きフォトマスク作製用のフォトマスクデータは、従来、図3に示す作成方法で行われていた。S310～S350は処理ステップである。以下、図3に示す付加图形付きフォトマスク作製用のフォトマスクデータの作成方法を、図4に示す例を参照にして説明する。図4(a)～図4(f)は、ここでは、このような表示状態のパタンデータを意味する。図3の付加图形領域を作成するステップS310では、最初に付加パタンを配置する領域を求める。図4(a)の中でd_pは、設計データDP中の图形（回路パタンないし图形パタンとも言う）を示している。图形d_pと付加图形（付加パタンとも言う）とが接触しないように、图形と付加图形の最小間隔をd_{int}とする。图形d_pをサイジング图形処理によりオーバーサイズした图形NAを作成した（図示していない）後、設計データ全体の領域から图形NAを論理NOT图形処理により差し引くことで、付加图形を配置する付加图形領域adを有する領域データADを作成する。（図4(b)) 続いて、図3

40 50 の全体領域に付加图形を発生するステップS320で

は、領域 a-d 全体にわたり配列形状に付加图形 d-t を配列した付加图形用データ（単に付加图形データとも言う）DTを作成する。（図4（c））通常、長方形が2次元配列されたものである。次に、論理AND图形処理により領域データADと付加图形用データDTとの論理積をとり、付加图形領域a-d中にのみ付加图形を含むバタンデータを求める。（図4（d）、S330））論理AND图形処理により求められたバタンデータには、欠け付加图形（微小付加图形とも言う）d-dが発生する。次に、図3の欠け付加图形を削除するステップS340では、フォトマスク製造、ウェーハ製造において、微小图形が問題となりうるため、サイジング图形処理により、順にアンダーサイズとオーバーサイズを実施することで、バタンデータから欠け付加图形d-dを取り除いたバタンデータを得る。（図4（e））。次に、論理OR图形演算処理により、図4（e）に示すバタンデータと、元の設計データDPから最終的な付加图形付きバタンデータFPOを得る。（図4（f）、S350）設計データの图形dpと図4（e）に示すバタンデータの付加图形dtとを合わせ込む。付加图形付きバタンデータFPOが、フォトマスク作製用のデータである。

【0005】尚、図5（a）に示すように、データ領域D-a内に四角形の图形（バタン）A、图形（バタン）Bが表される場合、これに対応する、图形Aと图形Bの論理積（AND）、图形Aと图形Bの論理和（OR）、图形Bの反転（InverserあるいはNOT（B）とも言う）は、それぞれ、図5（b）、図5（c）、図5（d）の黒部として表される。実際の処理内容については、既に広く知られており、ここでは省略する。

【0006】そして、このようにして作製された付加图形付きバタンデータFPOを用いて作製されたフォトマスクの欠陥検査では、欠陥検査装置により、付加图形付きバタンデータとの比較により検出された不一致箇所を欠陥としていた。そして、付加图形付きバタンデータを用いて作製されたフォトマスクの検査は、設計データのバタンの高密度化、微細化に伴ない、設計データのバタンに対応し、一段と厳しい欠陥検出の感度を設定して、行われるようになってきた。尚、欠陥検出は、装置側で決められた所定の欠陥検出感度で行われ、通常は、検出された欠陥のサイズでもって、欠陥検出感度を定義している。このような、付加图形付きバタンデータを用いて作製された、付加图形付きフォトマスクの検査方法においては、欠陥があっても回路上問題とならない、平坦化を目的として付加された付加バタン領域についても、必要以上に厳しい欠陥検出レベルで検査が行われ、その領域で欠陥と検出され箇所についても、確認を行なう必要があり、検査効率の面で問題となっていた。更に、検査後、レーザ、イオンビーム等による残部欠陥除去、集束イオンビームアシストCVDによる欠損欠陥修正等を行なうことがあるが、欠陥部を完全に修正することは難し

く、再度の欠陥検査装置による検査において、欠陥として検出されることがあり、この場合も、付加された付加バタン領域について、必要以上に厳しい欠陥検出レベルで検査が行われていた。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】このように、従来、付加图形付きフォトマスクの欠陥検査方法においては、欠陥があっても回路上問題とならない、平坦化を目的として付加された付加图形についても、必要以上に厳しい欠陥検出レベルで検査が行われ、その領域で欠陥と検出された箇所についても、確認を行なう必要があり、検査効率の面で問題となっていた。本発明は、これに対応し、検査効率の良い付加图形付きフォトマスクの欠陥検査方法を提供しようとするものである。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明の付加图形付きフォトマスクの欠陥検査方法は、图形密度を均一化するための付加图形を複数設けた付加图形付きのフォトマスクの欠陥検査方法であって、（a）付加图形付きフォトマスク作製用のフォトマスクバタンデータを用いて、所定の検出感度で、作製された付加图形付きのフォトマスクを検査して、欠陥部を検出し、各欠陥の位置座標を得る欠陥検査ステップと、（b）検出された各欠陥が付加图形存在領域にあるか否かを弁別するための弁別用データを、フォトマスクイメージとして配置して用意する弁別用データ準備ステップと、（c）弁別用データ準備ステップにて用意された弁別用データと、欠陥検査ステップにて検出された各欠陥の位置座標とを、個々付き合せ、各欠陥が付加图形存在領域にあるか否かを弁別する欠陥存在領域弁別ステップと、（d）弁別された欠陥を、それぞれのスペックにて判定する判定ステップとを、備えていることを特徴とするものである。そして、上記における弁別用データ準備ステップは、付加图形存在領域を弁別用領域として規定する付加图形領域データあるいは付加图形存在禁止領域を弁別用領域として規定する付加图形禁止領域データを、弁別用データとして、フォトマスクイメージとして配置して用意することを特徴とするものである。あるいは、上記における弁別用データ準備ステップは、フォトマスクイメージで付加图形のみを配設した付加图形データを、弁別用データとして、用意することを特徴とするものである。「データをフォトマスクイメージとして配置して用意する」とは、フォトマスクに形成される絵柄の状態として用意することを意味する。

【0009】

【作用】本発明の付加图形付きフォトマスクバタンの欠陥検査方法は、このような構成にすることにより、検査効率の良い付加图形付きフォトマスクの検査方法の提供を可能としている。具体的には、（a）付加图形付きフォトマスク作製用のフォトマスクバタンデータを用い

て、所定の検出感度で、作製された付加图形付きのフォトマスクを検査して、欠陥部を検出し、各欠陥の位置座標を得る欠陥検査ステップと、(b) 検出された各欠陥が付加图形存在領域にあるか否かを弁別するための弁別用データを、フォトマスクイメージとして配置して用意する弁別用データ準備ステップと、(c) 弁別用データ準備ステップにて用意された弁別用データと、欠陥検査ステップにて検出された各欠陥の位置座標とを、個々付き合せ、各欠陥が付加图形存在領域にあるか否かを弁別する欠陥存在領域弁別ステップと、(d) 弁別された欠陥を、それぞれのスペックにて判定する判定ステップとを、備えていることにより、これを達成している。

【0010】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態の例を挙げて説明する。図1は本発明の付加图形付きフォトマスクパタンの欠陥検査方法の実施の形態の1例の処理を示したフロー図である。図1中、110は付加图形付きフォトマスクパターンデータ、120は全領域データ、130は付加图形領域データ（弁別用データとも言う）、135は付加图形データ（弁別用データとも言う）、140は付加图形付きのフォトマスク、140Aはレジスト塗布基板、150は欠陥箇所、151は設計パターン欠陥、152は付加图形欠陥である。尚、図1中、S11～S18は処理ステップを示す。

【0011】はじめに、本発明の付加图形付きフォトマスクパタンの欠陥検査方法の実施の形態の1例を、図1に基づいて説明する。本例は、付加图形付きフォトマスク作製用パターンデータ110を用いて電子線露光描画され(S11)、現像プロセス処理、エッチングプロセス処理等(S12)を経て、作製された付加图形付きフォトマスク140に対して、欠陥検出を行なう検査方法で、設計データに基づき形成された图形（設計パターンあるいは設計图形とも言う）の欠陥部と付加图形の欠陥部とでは、それぞれ別のスペックで、判定する検査方法である。先ず、付加图形付きフォトマスク作製用のフォトマスクパタンデータ110を用いて、所定の検出感度で、作製された付加图形付きのフォトマスク140を、データとの比較により検査する検査装置（例えば、KLA社製検査装置）で検査して、欠陥部を検出し、各欠陥の位置座標を得る欠陥検査を行なう。(S13)これにより、設計データに基づき形成された图形（設計パターンとも言う）の欠陥位置とともに付加图形の欠陥位置が抽出されるが、それぞれの欠陥部が、設計データに基づき形成された图形の欠陥なのか、付加图形の欠陥なのかは、判別がつかない。尚、検査の際、付加图形付きフォトマスク作製用のフォトマスクパタンデータ110は、検査装置にて、フォトマスクイメージに変換された状態で、フォトマスクと比較検査される。フォトマスクイメージの状態は、図4(f)のFP0に相当する。

【0012】次いで、検出された各欠陥が付加图形存

領域にあるか否かを弁別するための弁別用データとして、付加图形領域データを、フォトマスクイメージとして配置して用意する。付加图形領域データは、フォトマスクイメージでその全領域を表す全領域データから、付加图形付きフォトマスク作製用のフォトマスクパタンデータ110の图形を、マスクイメージとして所定サイズだけオーバーサイズしたパタンデータを、論理NOT图形処理により差し引いた領域データである。弁別用領域データ（弁別用データ）130は、図4(b)の領域データADに相当する。

【0013】次いで、用意された付加图形領域データ（弁別用データ）130と、欠陥検査ステップにて検出された各欠陥の位置座標とを、個々付き合せ、欠陥が付加图形領域内に存在するか否かを弁別する。(S14)処理は、欠陥の位置座標データに基づき、各欠陥の位置座標に対応した位置に所定サイズの图形を設けた、フォトマスクイメージのデータを作成し、このデータと、フォトマスクイメージの付加图形領域データとを論理AND图形処理するものである。

【0014】そして、更に、弁別された欠陥を、それぞれのスペックにて判定する。この判定は、欠陥部を拡大した状態でスケール等を用いて判定する。設計データにより形成された图形については、厳しい所定のスペック1で判定を行ない(S15)、付加图形については、設計データにより形成された图形の場合よりも緩いスペックで判定を行ない(S16)、両判定を合せて総合判定とし、修正を更に行なうか、このまま良品とするか、このまま不良品とするかを決める。(S17)設計データにより形成された图形は、設計データの設計ルールに応じて、例えば0.2μmあるいは0.15μm等のサイズで判定し、付加图形については、小さい欠陥であれば問題ないとする。

【0015】尚、修正を行なう場合については、修正(S18)した後、再度、前述のS13～S17を繰り返す。そして、このように、検査、修正を繰り返し、欠陥部を修正できるものは修正してフォトマスクとしての良品を得る。

【0016】本例の変形例としては、本例において、検出された各欠陥が付加图形存在領域にあるか否かを弁別するための弁別用データとして、付加图形領域データに代え、フォトマスクイメージで付加图形禁止領域を弁別領域として規定した付加图形禁止領域データを用意し、この付加图形禁止領域データを用い、欠陥検査ステップにて検出された各欠陥の位置座標とを、個々付き合せ、欠陥が付加图形禁止領域内に存在するか否かを弁別する方法が挙げられる。この処理も、論理AND图形処理により行なう。

【0017】本例の別の変形例としては、本例において、検出された各欠陥が付加图形存在領域にあるか否かを弁別するための弁別用データとして、付加图形領域デ

ータに代え、フォトマスクイメージで付加图形のみを配設した付加图形データ（図1の135）を用意し、この付加图形データ135（図4の（e）に示すバタンデータに相当）を用い、欠陥検査ステップにて検出された各欠陥の位置座標とを、個々付き合せ、欠陥が弁別領域内に存在するか否かを弁別する（図1のS14）方法が挙げられる。この処理は、欠陥部の位置から所定の方向に所定距離だけ離れた位置に付加图形データの图形があるか否かにより行なう。

【0018】

【発明の効果】本発明は、上記のように、検査効率の良い付加图形付きフォトマスクの検査方法の提供を可能にした。詳しくは、設計データにより形成された图形と、付加图形とを、それぞれ、別スペックで判定できる付加图形付きフォトマスクの検査方法を提供し、これにより、検査効率を上げることを可能とした。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の付加图形付きフォトマスクバタンの検査方法の実施の形態の1例の処理を示したフロー図である。

【図2】ウェーハの処理面状態を示した図である。

【図3】従来の付加图形付きフォトマスク作製用のデータの作成方法のフロー図である。

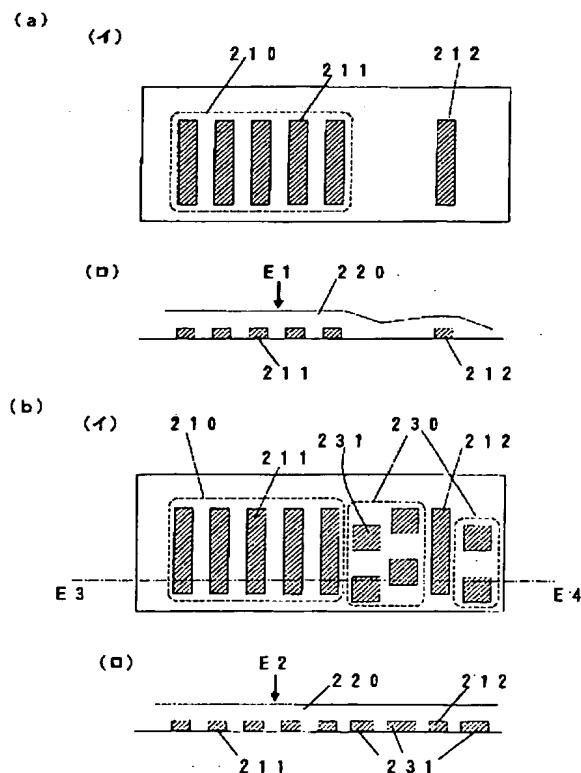
【図4】従来の付加图形付きフォトマスク作製用のデータの作成方法の各処理における状態を示した図である。

【図5】バタンデータの图形演算処理を説明するための図である。

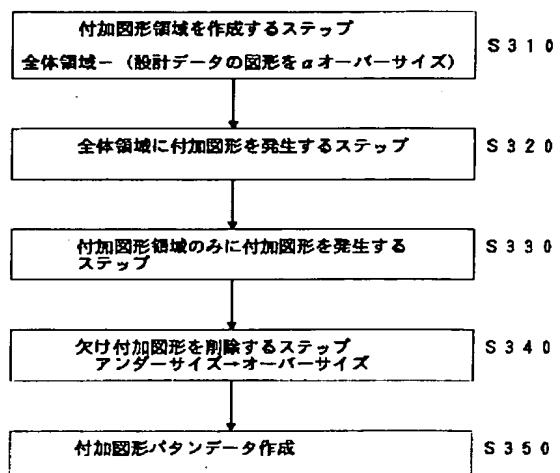
【符号の説明】

110	付加图形付きフォトマスクバタンデータ
120	全領域データ
130	付加图形領域データ（弁別データとも言う）
135	付加图形データ（弁別データとも言う）
10 140	付加图形付きのフォトマスク
140A	レジスト塗布基板
150	欠陥箇所
151	設計パターン欠陥
152	付加图形欠陥
D P	設計データ
D T	付加图形用データ（単に付加图形データとも言う）
F P O	付加图形付きバタンデータ
A D	領域データ
20 a d	付加图形領域
d d	欠け付加图形（微小付加图形とも言う）
d p	图形（回路バタンないし图形バタンとも言う）
d t	付加图形（付加バタンとも言う）
d i s t	最小間隔

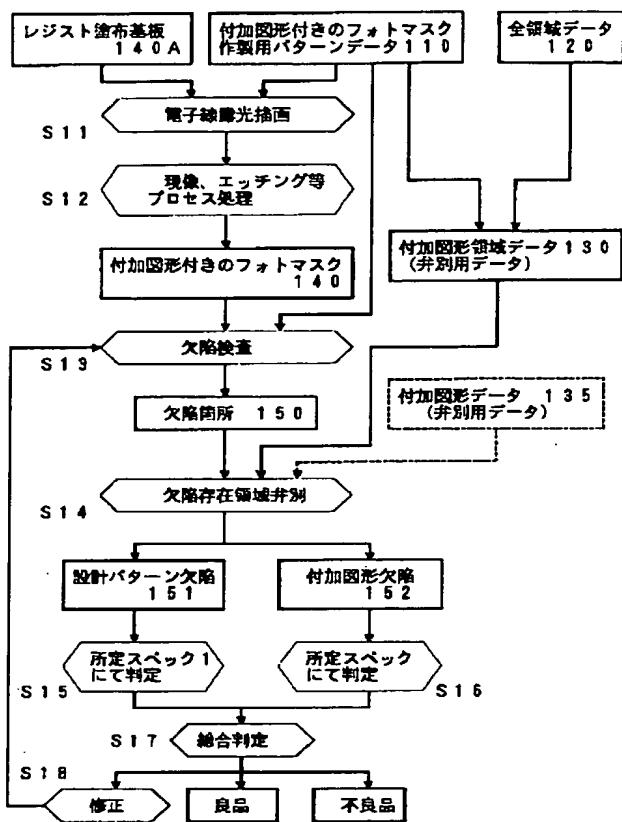
【図2】



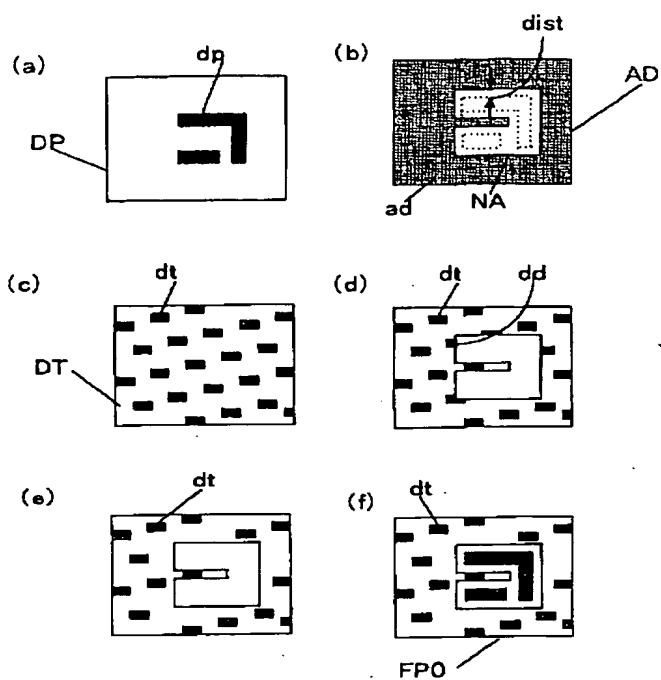
【図3】



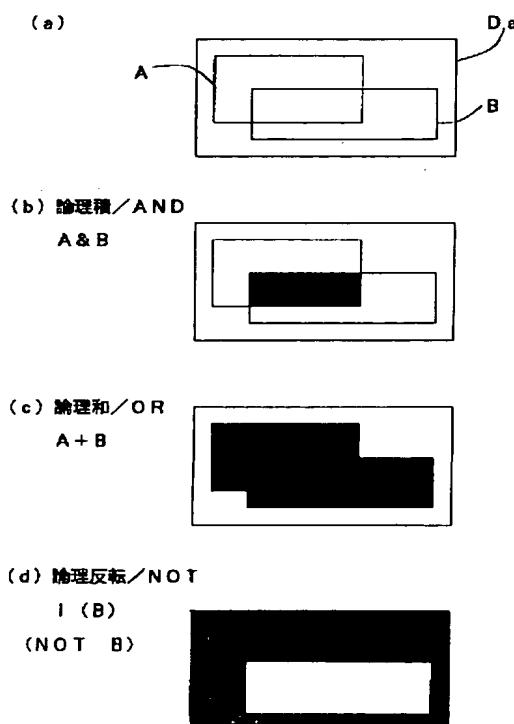
【図1】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 奈良 秀之

東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号
大日本印刷株式会社内

(72)発明者 町谷 雄二

東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号
大日本印刷株式会社内

(72)発明者 富田 達也

東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号
大日本印刷株式会社内

Fターム(参考) 2F065 AA01 AA20 AA49 AA56 BB02

CC18 DD06 FF04 FF61 QQ06

QQ25 QQ31 RR05 TT08 UU05

2G051 AA56 AB02 AC21 EB09

2H095 BD04